

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

LICENCIA CREATIVE COMMONS:

Atribución	<input type="checkbox"/>	Atribución no comercial	<input checked="" type="checkbox"/>	Atribución no comercial sin derivadas	<input type="checkbox"/>
Atribución no comercial compartir igual	<input type="checkbox"/>	Atribución sin derivadas	<input type="checkbox"/>	Atribución compartir igual	<input type="checkbox"/>

AÑO DE ELABORACIÓN: 2020-1

TÍTULO: Sistema e-health para capturar, transmitir y almacenar el estado de la presión arterial y otros datos relevantes, con el fin de calcular la probabilidad de padecer hipertensión arterial.

AUTOR (ES): Baracaldo Pérez, Raúl Alejandro.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

PhD. Jimenez Agudelo, Yury Andrea.

MODALIDAD:

Trabajo de investigación.

PÁGINAS:	101	TABLAS:	13	CUADROS:	0	FIGURAS:	33	ANEXOS:	9
-----------------	------------	----------------	-----------	-----------------	----------	-----------------	-----------	----------------	----------

Se escriben cuántas páginas, tablas, cuadros, figuras y anexos, cuando aplique.

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. IMPLEMENTACIÓN
3. VALIDACIÓN
4. DESCRIPCIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO



5. CONCLUSIONES
6. TRABAJOS FUTUROS
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

DESCRIPCIÓN: El contenido del trabajo describe la implementación de un sistema que permite el análisis de datos, utilizando una red de Bayes diseñada en Python, da como respuesta la probabilidad de un usuario de sufrir hipertensión. Los datos son ingresados a través de una encuesta de registro web y almacenados en un servidor. La herramienta cuenta con un modulo que le permite al profesional de la salud visualizar los datos registrados y la probabilidad de sufrir hipertensión.

METODOLOGÍA: La metodología implementada para la ejecución del proyecto se define en las siguientes fases: análisis de información compuesto por la búsqueda de información, búsqueda de soluciones para prevenir la hipertensión y finalmente el estado del arte. En la segunda fase se definen los requerimientos para la captación y transmisión de variables, procesamiento, visualización y diseño, la última fase es la implementación y validación de los módulos del sistema, donde se realiza la captación, almacenamiento, procesamiento, transmisión y finalmente se presenta el sistema.

PALABRAS CLAVE:

E-HEALTH, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, RED DE BAYES, REDES DE DATOS, TELECOMUNICACIONES, SISTEMA DE CAPTACIÓN, PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN, PROBABILIDAD.

CONCLUSIONES: Con el desarrollo de este proyecto se evidencia que existen múltiples metodologías para analizar datos y la importancia de las técnicas basadas en inteligencia artificial para tratar los datos de manera que podamos obtener información que permitan mejorar la calidad de vida de las personas a través de la toma de decisiones en temas de salud, entre muchas otras aplicaciones.

Aunque existe diversidad de soluciones basadas en inteligencia artificial para prevenir enfermedades crónicas, como la hipertensión, en la gran mayoría de estudios consultados las entradas de los modelos son datos almacenados en

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

bases de datos, es decir, no se transmite la información actualizada de los signos vitales de los usuarios.

En este trabajo se selecciona el uso de redes de Bayes, ya que es un modelo probabilístico para la predicción de eventos en función de una serie de variables. Este es el caso de la predicción de una persona a padecer de hipertensión basado en un conjunto de factores de riesgo.

El sistema de monitoreo presentado en este trabajo es la primera versión que se desarrolla dentro del grupo de investigación TelSaf y que sirve como base para continuar contribuyendo en la investigación para la prevención de la hipertensión en Colombia. Resaltamos esto, ya que como se evidencio en el planteamiento del problema y la justificación, no solo en Colombia si no en el mundo la hipertensión es un problema de salud con tendencia a incrementar. Condición que no solo afecta la calidad de vida de las personas, sino que también afecta la economía del país, ya que los pacientes crónicos hipertensión requieren de un tratamiento de por vida para regular la presión arterial. Tratamiento que debe ser garantizado por el estado para pacientes en condiciones vulnerables, que es donde se presenta en gran medida este problema, ya que esta condición está ligada al nivel socioeconómico, además de otras variables.

La precisión del modelo presentado en este trabajo depende de la muestra de datos usada para ajustar los pesos (probabilidades) de la red. Otro aspecto importante en la efectividad del modelo son las entradas de la red, es decir, la relevancia de las variables o factores de riesgo seleccionados, así como la relación entre ellas. Es por ello, que se requiere el acompañamiento de un especialista de la salud, para que valide las variables y datos de entrada a la red, así como la relación de dependencia entre ellas.

La arquitectura del modelo está definida por la selección, tipo y características de las variables seleccionadas. Consecuentemente, ajustar el modelo a nuevas variables o tipo de formato generará una respuesta errónea del modelo.

La solución propuesta en este trabajo debe ser entendida como una herramienta que proporciona una probabilidad experimental del riesgo de una persona de padecer de hipertensión, no se debe entender como un diagnóstico médico. Idealmente, esta herramienta puede ser usada por los profesionales de la salud para tomar acciones preventivas con las personas que tengan un determinado riesgo de llegar a ser hipertensos.



Se puede evidenciar que a pesar de que el modelo entrega una respuesta, hay diferentes valores que pueden no estar asociados a la decisión final de la red. Por lo que la decisión del personal de la salud no debe tener solo como criterio la respuesta del modelo.

El modelo propuesto, idealmente debe ser probado por personal médico y usuarios, con el fin de validar si se cumplen los requerimientos de usuario en cuanto a simplicidad y entendimiento de la interfaz de usuario a través de la cual se ingresan los datos y la página web desde la que se visualizan los datos de los usuarios.

FUENTES

AMERICAN HEART ASSOCIATION ¿Qué es la presión arterial alta? (PDF) [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/31Jn3qj> . Citado el 31 marzo 2019

ANADULU Kardiyoloji Dergisi : AKD: The Anatolian Journal of Cardiology; Istanbul Tomo 8, N.º 4, p. 249-254. [en línea] [turquia]. 2018. Disponible en: <http://www.anatoljcardiol.com/>. Citado 29 de agosto 2019.

ARCINIEGAS, Jair., GÓMEZ, David., SUÁREZ, Lina., CRUZ, Mario. Estructura del gasto en Salud Pública en Colombia [en línea]. 17 ed. [Bogotá, Colombia]: nov.2008. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/estructura-ra-gasto-salud-publica-colombia.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/estructura-gasto-salud-publica-colombia.pdf). Citado el 7 de may 2019.

ARMBRUST, Michael., FOX, Armando., GRIFFITH, Rean., A view of cloud computing. [en línea]. [Nueva York, Estados Unidos]: abril 2010. Disponible en: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1721672>. Citado 31 marzo 2019.

BALAMBA. Brayan, SACRISTÁN, Juan. Prototipo funcional de un servicio e-health para monitorear, transmitir y almacenar el estado de la presión arterial de pacientes crónicos-hipertensos. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3ghJSW0>. Citado 28 de abril de 2020.

BATTISTONI, Allegra., CANICHELLA, Flaminia., PIGNATELLI, Giulia., FERRUCCI, Andrea. Hypertension in Young People: Epidemiology, Diagnostic



Assessment and Therapeutic Approach. High blood pressure & cardiovascular prevention: the official journal of the Italian Society of Hypertension. 2015, vol 4., nro 11., p. 2-6. Disponible en: <https://bit.ly/2ZEBU7M>

Centro de Ayuda Tecnosinergia. ¿Qué es GPRS?. [en línea]. Abril 2019. Disponible en: <https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/236174548--Qu%C3%A9-es-GPRS->. Citado 24 de abril del 2019.

CHEN, Min., HAO, Yixue., HWANG, Kai., WANG, Lu., WANG, Lin. Disease prediction by machine learning over big data from healthcare communities. [en línea]. [China]. 2015. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7912315>. Citado 4 de septiembre de 2019

CLÍNICA MAYO. Monitores de muñeca para la presión arterial: ¿son exactos?. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. Ene 2019. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/high-blood-pressure/expert-answers/wrist-blood-pressure-monitors/faq-20057802>. Citado Mayo 16 de 2020.

CLÍNICA MAYO. Cómo aprovechar al máximo el control de la presión arterial en el hogar. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. Marzo 2019. Disponible en: <https://mayocl.in/3eXgWCH>. Citado el 14 de Mayo de 2020

CUADRADO, Santiago., GONZALEZ, Emilio., CURBELO, Haydee., LUNA, Yaquelin., CASAS, Gladys., GUTIERREZ, Iliana. Sistema experto basado en casos para el diagnóstico de la hipertensión arterial. [en línea]. [Antioquia, Colombia]. Sep 2011. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n60/n60a20.pdf>. Citado el 25 de agosto del 2019

EL NAGA, I., & MURPHY, M. J. ¿What Is Machine Learning? Machine Learning in Radiation Oncology.p. 3–11. [en línea]. 2015. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-18305-3.pdf>. Citado 31 de marzo de 2020

HEATH, Steve. Embedded Systems Design. 2nd Edition. Newnes. [en línea]. [Reino Unido]: 1997. Disponible en: <https://bit.ly/3gm7Orl>. Citado 23 abril del 2019.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

HUANG, Shuqiong., XU, Yihua., YUE, Li., WIE, Sheng. Evaluating the risk of hypertension using an artificial neural network method in rural residents over the age of 35 years in a Chinese area. [en línea]. [Wuhan, China]. May 2010. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/hr201073.pdf?origin=ppub>. Citado 01 de Agosto 2019

Instituto Nacional de Cáncer. Definición de enfermedad crónica [en línea]. [Estados Unidos]: Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/enfermedad-cronica>. Citado 28 abril del 2020

Instrumentos de medición. Tensiómetro. [en línea]. 2018. Disponible en: <http://instrumentosdemedicion.org/presion/tensiometro/>. Citado el 31 mar de 2019

Journal of Medical Internet Research. ¿What is e-health? Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining. [en línea]. [Estados unidos]: 2001. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1761894/>. Citado 27 abril de 2020

KROUGH, A. ¿What are artificial neural networks? Nature Biotechnology p.195–197 [en línea]. Feb 2008. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nbt1386>. Citado marzo 31 del 2019

LOPEZ, Raul., Introducción a la inferencia bayesiana con Python. [en línea]. 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3gnSI1q>. Citado abril 28 de 2020

MASADELANTE. ¿Que significa Bluetooth? [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.masadelante.com/faqs/que-es-bluetooth>. Citado el 24 abril de 2019.

Ministerio de Salud y Protección Social,. Telemedicina. [en línea]. [Bogotá, Colombia]: nov 2014. Disponible en: <https://bit.ly/3dQMDvT>. Citado abril 23 del 2020

Ministerio de salud. Dia de la hipertensión. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. May 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3dX6nho>. Se consultó el 30 marzo 2019

MOHAMMED, J., LUNG, C.-H., OCNEANU, A., THAKRAL, A., JONES, C., & ADLER, A. Internet of Things: Remote Patient Monitoring Using Web Services and Cloud Computing. [en línea]. 2014 Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7059670>. Citado el 29 marzo 2019.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

MSV. Janakiram. 10 key takeaways from rightscale state of the report. [en línea].Feb 2018 Disponible en: <https://bit.ly/3gpuVBg>. Citado 10 mayo del 2020.

MUÑOZ, Oscar., RODRIGUEZ, Nora., RUIZ, Alvaro., RONDON, Martin. Validación de los modelos de predicción de Framingham y PROCAM como estimadores del riesgo cardiovascular en una población colombiana [en línea]. [Bogotá,Colombia]: agosto 2014. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563314000126>. Citado 31 marzo 2019

National Heart Lung and Blood Institute. Presión alta [en línea]. [New York, Estados Unidos]: 2007. Disponible en: <https://bit.ly/2ByIVev>. Citado 31 mar 2019.

Informe TIC fácil. ¿Qué es WiFi?. [en línea]. Disponible en:<http://www.informeticplus.com/que-es-wifi>. Citado 24 de abril del 2019.

OMS - World Health Organization.[En línea]. [Ginebra, Suiza]: 2013. Disponible en: <https://bit.ly/2Aq1mAm>. Citado marzo 31 de 2019

OMS. Hipertensión. [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/topics/hypertension/es/>. Citado marzo 31 de 2019.

OMS. Preguntas y respuestas sobre la hipertensión [en línea].sep 2015. Disponible en internet: <https://www.who.int/features/qa/82/es/>. Se consultó el 30 marzo 2019

PÉREZ, Anderson. APLICACIÓN DE LA RED DE PROBABILIDAD NEURONAL Y ESCALA DE FRAMINGHAM PARA PREDICCIÓN DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL. *prevención*, p 3, 4. . [Cuba]. 2012.

API REST: ¿Que es y cuáles son sus ventajas en el desarrollo de proyectos?. [en línea]. Marzo 2016. Disponible en: <https://bit.ly/3itfda8>. Citado el abril 28 de 2020.

Publicaciones alto costo. Hipertensión. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. May 2018. Disponible en: <https://bit.ly/3eWnD7L>. Se consultó el 30 marzo 2019.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

RAESIDE, Rebecca, PARTRIDGE, Stephanie., SINGLETON, Anna, & REDFERN, Julie. Cardiovascular Disease Prevention in Adolescents: eHealth, Co-Creation, and Advocacy. [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6410225/pdf/medsci-07-00034.pdf>. Citado el 28 Abril 2020

RAJENDRA, U., SUBBANNA, P., IYENGAR, S., RAO, A., & DUA, S. Classification of heart rate data using artificial neural network and fuzzy equivalence relation. Pattern Recognition, 36(1), p. 61–68.[en línea]. 2003.

SAMANT, Rahul., RAO, Srikanta. Evaluation of artificial neural networks in prediction of essential hypertension. Volumen 81. [en línea]. [India]. Nov 2013. Disponible en: <https://bit.ly/2Aon082>. Citado agosto 26 de 2019

SAMUDIO, M., & VILLARREAL, V. miHEALTH: Plataforma web para el seguimiento y control de pacientes con problemas de hipertensión arterial en Panamá. [en línea]. [Panamá]. 2017. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/>. Citado 27 agosto del 2019.

SATIA, U., RAMKUMAR, B., & MANIKANDAM, M.S. Real-Time Signal Quality-Aware ECG Telemetry System for IoT-Based Health Care Monitoring. IEEE Internet of Things Journal, 4, 815-823. [en línea]. 2017. Disponible: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7857776>. Citado Agosto 2019.

SUCAR, L. E. Redes bayesianas: Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados. p.77-100. [en línea]. [Puebla, México]. 2006.. Disponible en: <https://ccc.inaoep.mx/~esucar/Clases-mgp/caprb.pdf>. Citado 31 de marzo del 2019

SUMATHI, B., SANTHAKUMARAN, S., Pre-Diagnosis of Hypertension Using Artificial Neural Network. Global Journal of computer science and technology. Versión 1.0. [en línea]. [Estados Unidos]. Feb 2011. Disponible en: <https://computerresearch.org/index.php/computer/article/view/688/688>. Citado 01 de Agosto del 2019

TESSARI, Mauro,. Diseño de productos en la historia. [en línea]. [Buenos Aires, Argentina]: Junio 2013 . Disponible en: https://hdiunlp.files.wordpress.com/2010/04/docto_tensiometro_216.pdf. Citado 18 de Mayo del 2019.

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

TOLOSA, Gabriel. Protocolo y modelo OSI. [en línea]. Julio 2002. Disponible en: <http://www.tyr.unlu.edu.ar/pub/02-ProtocolosOSI.pdf>. Citado abril 23 de 2019

VINACCIA, S., QUICENO, J., GÓMEZ, Á., & MONTOYA, L. Calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial leve. *Diversitas*. 2007. p 3(2). Disponible en <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/diver/v3n2/v3n2a03.pdf>. Citado abril 24 de 2019.

VMEDICAL. Toma tensión. [en línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2BpinLJ>. Citado 24 de abril del 2020.

World Health Organization. Obesity and overweight [en línea]. [Estados Unidos]: 2018. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Citado octubre 22 de 2019.

LISTA DE ANEXOS:

ANEXO A. Registro de información

ANEXO B. Importación de librerías

ANEXO C. Importación de datos para el entrenamiento de la red

ANEXO D. Se crean nodos y se establecen probabilidades

ANEXO E. Instanciar nodos

ANEXO F. Instanciar la red de Bayes y agregar nodos a la red

ANEXO G. Creación de conexiones entre los nodos y finalización del modelo

ANEXO H. Lectura de datos del usuario

ANEXO I. Cálculo de probabilidad e impresión de porcentaje de ocurrencia